CHEMICAL HAZARD SUMMARY

Canadian Centre for Occupational Health and Safety
250 Main Street East
Hamilton Ontario Canada L8N 1H6

No. 26

ISSN 0827-8830

CRYSTALLINE SILICAS

Other Names	Quartz, cristobalite, tridymite, coesite, tripoli, stishovite, silicon dioxide.
Description	A colourless, odourless, non-combustible solid. Occurs naturally in rocks and is used in a wide variety of industrial products and applications.

HAZARD SUMMARY

Exposure	Inhalation
Effects of Short-Term Exposure	Exposure to crystalline silica dust for a short time may irritate the eyes, nose and throat.
Effects of Long-Term Exposure	Many years of exposure to crystalline silica may cause scarring of lungs (silicosis). Silicosis in an advanced form is a severely disabling lung disease. Death may result from heart failure. Accelerated silicosis is a more rapidly developing type of silicosis that occurs from exposure to high concentrations of silica over several years. Death can occur after as little as 10 years from first exposure. Acute silicosis is a more severe but very rare form of silicosis that may result from as little as a few months of exposure to extremely high concentrations of crystalline silica. Death may result within 1 to 2 years.
Chemical Reactivity	Silica is normally very unreactive; however, strong oxidizing agents such as fluorine, chlorine trifluoride, magnesium trioxide or oxygen difluoride may react with silica to cause a fire.
Personal Protection	The type of respiratory protection necessary depends on the concentration of the crystalline silica dust in the air and the length of exposure. Respirators may vary from single-use disposable dust masks to supplied-air helmets or masks.
Storage	Whenever possible, crystalline silica should be stored in sealed containers or in enclosed areas. Crystalline silica should be handled so as to minimize the amount

88-00646/

Storage	of airborne dust (for example, use wet processes or enclosed handling systems). Use suitable, labelled containers which are kept closed when not in use and are protected from damage.
Exposure Limits	In many Canadian jurisdictions, the exposure limit is that recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) 1986-87:

Time-Weighted Average Exposure (TWA) mg/m^3 (milligrams per cubic metre):

Quartz: 0.1 mg/m^3 as respirable dust

Cristobalite: 0.05 mg/m^3 as respirable dust

Tridymite: 0.05 mg/m^3 as respirable dust

Tripoli: 0.1 mg/m^3 of contained respirable quartz dust

TWA is defined as the time-weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour workweek.

SCOPE OF THE DOCUMENT

This summary was prepared at the Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS) and is intended primarily as a source of information for persons who work with or may be occupationally exposed to this material. The information selected for inclusion is believed to be reliable and generally relevant to occupational health. Other information which bears on particular work situations may be available. The scientific data in many areas are limited and may allow a variety of interpretations. Additional information, corrections, comments, and questions are welcome, and should be addressed to the Inquiries Service, CCOHS, 250 Main Street East, Hamilton, Ontario, L8N 1H6, (416) 572-2981.

The information in this document was updated in March 1987.

Cat. No. CC273-4/87-6E
ISBN 0-660-12499-8
CCOHS C87-6E

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

CONTENTS

	SUMMARY	i/1
I.	INTRODUCTION	3
II.	USES AND OCCURRENCE	4
III.	TOXICOLOGY	4
IV.	FIRE AND EXPLOSION HAZARDS	7
V.	EXPOSURE CONTROL	8
VI.	SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING	10
VII.	FIRST AID	10
VIII.	EXPOSURE LIMITS	11
IX.	CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES	13
X.	REFERENCES	14

I. INTRODUCTION

Silica is the most common mineral in the earth's crust. All forms of silica are made up of subunits containing one silicon atom linked to four oxygen atoms. These subunits are joined to each other to form an infinite network. In crystalline forms, the subunits are arranged in a regular pattern whereas in non-crystalline forms these units are arranged randomly[1].

There are several forms of crystalline silica. Quartz, the most common form, is found in rocks such as granite and sandstone. Stishovite, tripoli and coesite are three other forms of crystalline silica which occur naturally. However, these are much less common than quartz. Two other forms, cristobalite and tridymite, are found in volcanic rock. They can also be produced by heating quartz to temperatures above about 1,000°C[1].

Crystalline silicas that are made up only of silicon and oxygen are sometimes called "free crystalline silicas."

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Crystalline silicas lose their crystal-like shape when they combine with other compounds such as calcium oxide or magnesium oxide. They are then called silicates[1].

Another term that is sometimes used is "respirable free silica." This means free crystalline silica particles that are small enough to be inhaled into the lungs[1]. Particles smaller than about 10 microns in diameter (one micron equals one thousandth of a millimetre) can be inhaled into the lungs. Larger particles are trapped in the nose and throat.

"Siliceous dust" is a term used to describe dust containing more than 1% crystalline silica. "Silica flour" describes very finely ground-up quartz.

II. USES AND OCCURRENCE

The most significant exposure to crystalline silica occurs in mines where workers are exposed to silica dust during operations such as drilling, blasting and handling broken rock. Silica exposures are widespread since the ores of metals such as gold, copper, silver, nickel and uranium are found in silica-containing rock. Workers are also exposed to crystalline silica dust in quarrying and construction[2].

Crystalline silicas are useful because of their hardness and resistance to heat or mechanical and chemical alteration. Crystalline silicas are widely used in foundries. They are also used in pottery and related porcelain and enamelware processes. Silica flour is used in the manufacture of abrasive cleansing powders, cement blocks and other cement products[2].

In the past, crystalline silica has also been used for sandblasting and in the production of grinding wheels. However, synthetic abrasives such as aluminum oxide or silicon carbide have almost entirely replaced silica in these operations. Crystalline silicas are also used in glass-making and as additives in the production of rubber and plastics[2].

III. TOXICOLOGY

Routes of Exposure
Inhalation is the major route of occupational exposure to silica. Skin and eye contact can also occur but produce only mild, temporary effects such as irritation.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Elimination
Some of the larger silica particles that are inhaled are trapped by tiny hairs (called cilia) and mucous membranes in the nose and throat. The tiny hair-like cilia within the air passages of the lungs help move the deposited dust particles up the airways—much like an escalator—and into the throat to be swallowed or spit out. This system of cilia and mucous membranes only extends through the larger airways in the respiratory system.

Smaller dust particles can bypass this system and be deposited further down in the lungs. Specialized cells called macrophages engulf the particles and try to break them down or carry them to the cilia. There they can be transported out of the respiratory system. But the silica particles are very hard and cannot be broken down. The macrophages rupture and release the unaffected silica particles and the enzymes. As a result, removal of the silica particles from the lungs is a slow process. Some particles may not be removed at all.

Effects of Short-Term Exposures in Humans
Exposure to crystalline silica dust for a short time may irritate the nose and throat.

Effects of Long-Term Exposures
Prolonged or repeated overexposure to crystalline silica dust may cause severe scarring of the lungs, a disease called silicosis[2-5].

It is thought that the crystalline shape of the deposited silica particles and the enzymes released from the damaged macrophages irritate the surrounding lung tissue. This constant irritation results in the formation of small round scars as the lungs try to repair the damage. These hard inelastic scars—just like those on the skin that result from an operation—make the lungs stiff, so that it takes more work to inflate them with air. The scars also thicken the walls of the air sacs, blocking the transfer of oxygen into the blood. As more scar tissue develops, there is an increased shortness of breath. Further reaction to the silica particles may cause the scars to join into larger scars; some may eventually occupy an entire lung. Finally, the heart, which must pump blood through the stiff inelastic lungs, becomes weakened and enlarged and fails to pump effectively.

In its early stages, silicosis is a difficult disease to recognize. The symptoms of coughing and shortness of breath can be caused by many things besides silica. As a result, the development of silicosis may not be detected for many years. A chest x-ray is the only reliable way of detecting silicosis. As the disease develops, the scar tissue shows up as round patches on a chest x-ray. Other symptoms such

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

as gradual changes in the normal functioning of the lungs can be measured by lung function tests, but the tests can be influenced by effects of smoking or exposure to other contaminants.

The risk of developing silicosis depends on the concentration of silica dust in the air and on the length of exposure. Studies of silica exposed workers indicate that many years of exposure to concentrations above 0.1 mg/m^3 may cause silicosis. Silicosis usually develops gradually over 10 years or more of exposure and in about half of all cases continues to worsen even after exposure to crystalline silica has stopped. There is no treatment for silicosis.

Inhalation of crystalline silica dust for many years may result in *simple silicosis*. This is the most common and mildest form of the disease. The accumulated dust and scar tissue form small masses that are scattered throughout the lungs. At this stage of the disease, these cell masses have little effect on the normal functioning of the lungs.

Simple silicosis may develop into a more serious condition called *complicated silicosis*. People with complicated silicosis experience breathlessness, weakness and, particularly in smokers, a cough with increased amounts of sputum. Extensive scar tissue spreads throughout the upper part of the lungs and restricts their function. This condition often leads to heart failure because of the added strain of having to pump more blood through the lungs.

Accelerated silicosis is a more rapidly progressing type of silicosis that can occur from exposure to high concentrations of silica over several years in some occupations such as sandblasting, uranium mining, and production of silica flour. The symptoms are similar to those of complicated silicosis but the development of scar tissue in the lungs is much more rapid. Death from respiratory failure can occur after as little as 10 years from first exposure.

Acute silicosis is another form of silicosis that can develop after a heavy but relatively short exposure to crystalline silica. The exposure time may vary from a few weeks to four or five years. Acute silicosis may result in death or serious disability within a few years. However, cases of acute silicosis are very rare as awareness about the hazards of crystalline silica, improved exposure control methods and the use of substitutes have increased. In the past, cases of acute silicosis have been found among sandblasters, ceramic workers and silica flour workers.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Tuberculosis
In the past, people with silicosis were very susceptible to tuberculosis. It is thought that the damage caused by the silica particles in the lung enhanced the development of tuberculosis. The combined condition was called silicotuberculosis. However, this is much less common now since the occurrence of tuberculosis in the general population has been drastically reduced[2,3,4].

Lung Cancer
In recent years, there has been some controversy about whether crystalline silica plays a role in the development of lung cancer. A recent review[6] of all the available animal and human studies concluded that "taken together, they show that exposure to 'dusts' is associated with an increase in deaths from gastric cancers in man and may well contribute to deaths from lung cancer, but the effects of confounding factors, such as smoking, cannot be fully accounted for. The specific role of silica in unclear." Silicosis is a disease which is serious enough to warrant control of exposure to levels below 0.1 mg/m^3, whether or not crystalline silica is found to directly or indirectly cause cancer.

Effects on the Eyes
Repeated or prolonged exposure to crystalline silica may cause eye irritation.

Toxicity Data in Animals
In experiments with rats, rabbits and guinea pigs, tridymite and cristobalite have been found to be much more toxic than quartz[7]. As a result, lower exposure limits have been recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) for tridymite and cristobalite[7,8]. It should be noted that in these experiments samples of the crystalline silica were usually injected or implanted into the lungs. The relevance of these results for humans who inhale crystalline silica is not clear.

IV. FIRE AND EXPLOSION HAZARDS

Chemical Reactivity
Crystalline silica is normally very unreactive. However, unusually strong oxidizing chemicals may react with silica to cause a fire. These chemicals include fluorine, chlorine trifluoride, magnesium trioxide or oxygen difluoride.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

V. EXPOSURE CONTROL

Exposure to crystalline silica is best prevented by design of the work process and engineering controls. The types of control measures include the following:

Substitution	Area ventilation
Isolation	Work practices
Enclosure	Personal hygiene
Local exhaust ventilation	Personal protective equipment

One or more of these measures may be appropriate in any particular situation. A survey of the workplace and consideration of the technical requirements of the work process are usually needed before major changes are made.

Although substitution and engineering controls such as ventilation are the preferred methods of controlling exposure to contaminants in the workplace, the use of personal protective equipment such as respirators may increase the level of protection for workers exposed to this material. In some situations, such as working in enclosed spaces and in some maintenance operations, the use of respiratory protective equipment may be essential since effective ventilation and engineering controls may not be possible.

Respiratory Protection
Factors to be considered when implementing a respiratory protection program include

Selection of appropriate respirators
Respirator fit
Respirator maintenance
Worker training

These factors are described in more detail in CSA Standard Z94.4 "Selection, Care, and Use of Respirators," available from the Canadian Standards Association[9].

The degree of respiratory protection required depends on the concentration of the crystalline silica dust and the duration of the exposure. The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH)[10] in the United States recommends the following respiratory protection:

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 0.25 mg/m^3:
Any dust respirator designed for protection against silica exposure.

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 0.5 mg/m^3:
Any dust respirator, except single-use or quarter-mask respirator;
Any supplied-air respirator;
Any self-contained breathing apparatus.

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 1.25 mg/m^3:
Any powered air-purifying respirator with a dust filter;
Any supplied-air respirator operated in a continuous-flow mode.

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 2.5 mg/m^3:
Any air-purifying full facepiece respirator with a high-efficiency particulate filter;
Any self-contained breathing apparatus with a full facepiece;
Any powered air-purifying respirator with a tight-fitting facepiece and a high-efficiency particulate filter;
Any supplied-air respirator with a full facepiece;
Any supplied-air respirator with a tight-fitting facepiece operated in a continuous-flow mode.

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 50 mg/m^3:
Any supplied-air respirator with a half-mask and operated in a pressure-demand or other positive-pressure mode.

CRYSTALLINE SILICA CONCENTRATION OF LESS THAN OR EQUAL TO 100 mg/m^3:
Any supplied-air respirator with a full facepiece and operated in a pressure-demand or other positive-pressure mode.

Jurisdictions which have specific regulations for crystalline silica may also require particular types of respiratory protection. The requirements depend on the concentration of silica present and range from single-use disposable respirators to supplied-air respirators.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Since there may be some variation in these requirements, you should get specific information from the appropriate government agency in each jurisdiction.

Note: The above recommendations apply only to equipment approved by NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) or MSHA (Mining Safety and Health Administration).

VI. SMALL-SCALE STORAGE AND HANDLING

Whenever possible, store crystalline silica in sealed containers or in enclosed areas. Protect containers from damage. In handling crystalline silica, minimize the amount of airborne dust. For example, use wet processes or enclosed handling systems. Use in minimal quantities in designated areas with adequate ventilation. Use suitable, labelled containers, kept closed when not in use and protected from damage.

Clean-Up and Disposal
Restrict access to area of the spill until completion of clean-up. Ensure clean-up is done by trained personnel wearing appropriate respiratory protection. Do not dry-sweep crystalline silica. Whenever possible, wet down with a water spray to minimize the amount of silica that becomes airborne. For small spills, a vacuum cleaner fitted with a high-efficiency particulate filter may be used. Review federal, provincial and local government requirements before disposal. Disposal by secure landfill may be acceptable.

VII. FIRST AID

The following general procedures are suggested for first aid involving exposure to crystalline silicas:

Eyes
If eye irritation occurs, immediately flush the contaminated eye(s) with lukewarm, gently flowing water for 10 minutes, by the clock, holding the eyelid open. If irritation persists, obtain medical attention.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VIII. EXPOSURE LIMITS

In many Canadian jurisdictions, exposure limits are similar to the Threshold Limit Values (TLVs) recommended by the American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). The following are the 1986-87 recommended TLVs for crystalline silicas[7,8]:

quartz: 0.1 mg/m^3 as respirable dust

cristobalite: 0.05 mg/m^3 as respirable dust

tridymite: 0.05 mg/m^3 as respirable dust

tripoli: 0.1 mg/m^3 of contained respirable quartz dust

ACGIH states that this is "—the time-weighted average concentration for a normal 8-hour workday and a 40-hour workweek, to which nearly all workers may be repeatedly exposed, day after day, without adverse effect."

According to the preface in the ACGIH booklet[8]:

"Threshold limit values refer to airborne concentrations of substances and represent conditions under which it is believed that nearly all workers may be repeatedly exposed day after day without adverse effect. Because of wide variation in individual susceptibility, however, a small percentage of workers may experience discomfort from some substances at concentrations at or below the threshold limit; a smaller percentage may be affected more seriously by aggravation of a pre-existing condition or by development of an occupational illness."

"Threshold limits are based on the best available information from industrial experience, from experimental human and animal studies and, when possible, from a combination of the three."

"The TLV-TWA should be used as guides in the control of health hazards and should not be used as fine lines between safe and dangerous concentrations." (Reproduced by permission of the ACGIH).

Certain Canadian jurisdictions have adopted the entire set of ACGIH TLVs for chemical substances by reference in their regulations.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Others use the TLVs as guidelines for control of airborne contaminants. Still others specify exposure limits for chemical substances, including crystalline silica, in their regulations. Since the manner in which exposure limits are established, interpreted and implemented can vary among the jurisdictions, detailed information should be sought from the appropriate government agency in each jurisdiction.

Exposure Limits in Other Countries

The approaches or mechanisms for establishing and applying occupational exposure limits can vary widely from country to country. Information on exposure limits in a number of foreign jurisdictions is available from CCOHS.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. CHEMICAL AND PHYSICAL PROPERTIES

Chemical formula	SiO_2
Chemical structure	Tetrahedral crystal

Physical Properties

Boiling point	2,230°C
Density	Quartz, 2.65 Tridymite, 2.28 to 2.3 Cristobalite, 2.27 to 2.34
Solubility	Quartz and cristobalite are insoluble in water, organic solvents and most mineral acids but are dissolved by hydrofluoric acid. Tridymite is soluble in boiling sodium carbonate.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

X. REFERENCES

(1) Silica and silicates. In: Parmeggiani, L., ed. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3rd rev. ed. Vol. 2 : L-Z. Geneva : International Labour Office, 1983. p. 2033-2035

(2) Hamilton, A.; Hardy, H.L.; Finkel, A.J. (reviser). Silica (silicon dioxide). In: Hamilton and Hardy's industrial toxicology. 4th ed. Boston : John Wright · PSG, 1983. p. 343-349

(3) Silicosis. In: Parmeggiani, L., ed. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3rd rev. ed. Vol. 2 : L-Z. Geneva : International Labour Office, 1983. p. 2037-2043

(4) Morgan, W.C.; Seaton, A., eds. Silicosis. In: Occupational lung diseases. 2nd ed. Toronto : W.B. Saunders, 1984. p. 250-294

(5) Crystalline silica. In: Clayton, G.D.; Clayton, F.E., eds. Patty's industrial hygiene and toxicology. 3rd rev. ed. Vol. 2B : toxicology. New York; Toronto : John Wiley and Sons, 1981. p. 3015-3021

(6) Carcinogenicity of crystalline silica (toxicity review). London : Health and Safety Executive, 1986

(7) Documentation of the threshold limit values. 5th ed. Cincinnati : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986

(8) TLVs^{R}. Threshold limit values and biological exposure indices for 1986-1987. Cincinnati : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986

(9) Selection, care, and use of respirators (Z94.4-M1982). Rexdale, Ont. : Canadian Standards Association, 1982

(10) NIOSH pocket guide to chemical hazards. Cincinnati : National Institute for Occupational Safety and Health, September 1985

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Note: Additional references on this subject are available from CCOHS upon request.

Each document produced by the Centre undergoes several stages of review. As a part of this review, representatives from each of government, employers, and labour are requested to comment on draft copies of CCOHS documents for technical accuracy and usability.

Although every effort is made to ensure accuracy and completeness of the information, it is understood that the Centre makes no warranty as to the accuracy or completeness of such information and assumes no liability for any damages or loss suffered as a result of any inaccuracy or incompleteness therein.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

FICHE TOXICOLOGIQUE

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
250 rue Main est
Hamilton Ontario Canada L8N 1H6

N° 26

ISSN 0827-8849

SILICES CRISTALLINES

Autres noms	Quartz, cristobalite, tridymite, coésite, tripoli, stishovite, dioxyde de silicium.
Description	Solide incolore, inodore et non combustible qui se trouve naturellement dans les roches et qui sert dans un grand nombre de produits et applications industriels.

RÉSUMÉ DES DANGERS

Exposition	Inhalation
Effets d'une exposition brève	L'exposition brève à la poussière de silice cristalline peut irriter les yeux, le nez et la gorge.
Effets d'une exposition prolongée	L'exposition pendant plusieurs années à la silice cristalline peut causer une formation de tissus cicatriciels dans les poumons (silicose). Dans les cas les plus avancés, la silicose est une maladie pulmonaire entraînant une incapacité grave. La mort peut survenir par suite de l'arrêt cardiaque. La silicose accélérée est une forme de cette maladie se développant rapidement par suite d'une exposition à des concentrations élevées de silice pendant plusieurs années. La mort peut survenir en moins de dix ans après la première exposition. La silicose aiguë est une forme de silicose plus grave mais très rare qui peut se produire par suite de seulement quelques mois d'exposition à de très hautes concentrations de silice cristalline. La mort peut survenir après une année ou deux.
Réactivité chimique	Quoique la silice soit normalement chimiquement inerte, elle peut réagir avec des agents oxydants forts comme le fluor, le trifluorure de chlore, le trioxyde de magnésium ou le difluorure d'oxygène et provoquer un incendie.
Protection individuelle	Le genre de protection respiratoire nécessaire dépend de la concentration de poussière de silice cristalline dans l'air et de la durée de l'exposition. On peut

Protection individuelle	utiliser une gamme d'appareils, allant des masques anti-poussières jetables à usage unique aux casques ou masques à adduction d'air.
Entreposage	Dans la mesure du possible, entreposer la silice cristalline dans des contenants hermétiquement fermés ou dans des endroits confinés. Eviter au maximum de dégager des poussières dans l'air (par ex., appliquer des procédés par voie humide ou des systèmes de manipulation fermés). Se servir de contenants étiquetés appropriés, les garder fermés lorsqu'ils ne servent pas et les protéger de dommages.
Limites d'exposition	Dans plusieurs réglementations canadiennes, les limites d'exposition appliquées sont celles recommandées par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH), 1986-1987 : Moyenne pondérée sur le temps (MPT) en milligrammes par mètre cube (mg/m^3) : Quartz : 0,1 mg/m^3 de poussière respirable Cristobalite : 0,05 mg/m^3 de poussière respirable Tridymite : 0,05 mg/m^3 de poussière respirable Tripoli : 0,1 mg/m^3 de poussière respirable de quartz présente La MPT est définie comme étant la concentration moyenne pondérée sur le temps correspondant à une journée de travail normale de 8 heures à raison de 40 heures par semaine.

PORTÉE DU DOCUMENT

La présente fiche a été préparée par le personnel du Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail (CCHST) et s'adresse surtout, comme source de renseignements, aux personnes qui, par leur travail, risquent d'être exposées au produit. L'information recueillie est, croit-on, fiable et concerne généralement les questions d'hygiène au travail. Il est aussi possible de se procurer d'autres renseignements portant sur des situations particulières. Les données scientifiques sont souvent limitées et peuvent être interprétées de diverses façons. Il nous fera plaisir de recevoir d'autres renseignements, corrections, commentaires et questions. Il suffit de les adresser au Service des demandes de renseignements, CCHST, 250 rue Main est, Hamilton (Ontario), L8N 1H6, tél. : 416-572-2981.

Le présent document a été mis à jour pour la dernière fois en mars 1987.

N° de catalogue CC273-4/87-6F
ISBN 0-660-92096-4
CCHST C87-6F

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ i/1

I. INTRODUCTION 3

II. UTILISATIONS ET SOURCES 4

III. TOXICOLOGIE 5

IV. RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION 8

V. LIMITATION DE L'EXPOSITION 8

VI. MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS 11

VII. PREMIERS SOINS 11

VIII. LIMITES D'EXPOSITION 11

IX. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES 14

X. RÉFÉRENCES 15

I. INTRODUCTION

La silice est le minéral le plus répandu dans la croûte terrestre. Toutes les formes de silice sont formées d'unités renfermant un atome de silice lié à quatre atomes d'oxygène. Ces unités sont reliées entre elles pour former un réseau infini. Les unités des formes cristallines sont disposées de façon régulière tandis que la disposition des unités des formes non cristallines ne présente aucune régularité[1].

Il existe plusieurs formes de silice cristalline. On trouve le quartz, qui est la forme la plus courante, dans des roches comme le granite et le grès. La stishovite, le tripoli et la coésite sont trois autres formes de silice cristalline qui se trouvent dans la nature, bien qu'elles soient beaucoup moins répandues que le quartz. On trouve deux autres formes, la cristobalite et la tridymite, dans la roche volcanique. Il est également possible de produire ces formes de silice en chauffant le quartz à des températures dépassant 1 000 °C[1].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Les silices cristallines qui sont formées de silice et d'oxygène seulement sont parfois appelées «silices cristallines libres».

Les silices cristallines perdent leur forme cristalline lorsqu'elles se combinent avec d'autres composés comme l'oxyde de calcium ou l'oxyde de magnésium. On les appelle alors des silicates[1].

Le terme «silice libre respirable» est parfois utilisé pour désigner les particules de silice cristalline libre qui sont assez petites pour être aspirées dans les poumons[1]. Généralement, ces particules ont moins de 10 microns de diamètre (un micron égale un millième de millimètre). Les particules plus grosses restent prises dans le nez et la gorge.

On emploie le terme «poussière de silice» pour désigner la poussière qui renferme plus de 1 % de silice cristalline. «Farine de silice» désigne le quartz pulvérisé en particules infinitésimales.

II. UTILISATIONS ET SOURCES

L'exposition la plus importante à la silice cristalline se produit dans les mines où les travailleurs sont exposés à la poussière de silice au cours d'opérations comme le forage, le minage et la manipulation de roche brisée. Les expositions à la silice sont courantes étant donné que les minerais de métaux comme l'or, le cuivre, l'argent, le nickel et l'uranium se trouvent dans des roches renfermant de la silice. Les carriers et les travailleurs de la construction sont également exposés à la poussière de silice[2].

L'utilité des silices cristallines provient de leur dureté et leur résistance à la chaleur ou à l'altération mécanique ou chimique. On s'en sert largement dans les fonderies. Elles sont utilisées également dans la poterie et les procédés connexes de la fabrication de porcelaine et d'émail. La farine de silice sert dans la fabrication de poudres de nettoyage abrasives, de blocs de ciment et d'autres produits en ciment[2].

Par le passé, la silice cristalline servait dans le sablage et la fabrication des meules mais les abrasifs synthétiques comme l'oxyde d'aluminium ou le carbure de silicium ont maintenant remplacé presque entièrement la silice dans ces opérations. On se sert aussi de silices cristallines dans la fabrication du verre et comme additifs dans la production de caoutchouc et de plastiques[2].

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

III. TOXICOLOGIE

Voies d'exposition
L'inhalation est la voie d'exposition principale en milieu de travail. Le contact avec la peau et les yeux peut également se produire mais n'entraîne que des effets légers et temporaires comme l'irritation.

Élimination
Certaines des plus grosses particules de silice inhalées sont retenues par de tous petits poils (appelés cils) et par les muqueuses du nez et de la gorge. Les petits cils se trouvant dans les voies qui amènent l'air dans les poumons font remonter ces particules de poussière de façon semblable à un escalier roulant. Une fois arrivées dans la gorge, les particules sont avalées ou crachées. On trouve ce réseau de cils et de muqueuses seulement dans les plus grosses voies du système respiratoire.

Les plus petites particules de poussière peuvent traverser ce réseau pour se déposer plus loin dans les poumons. Des cellules spécialisées appelées macrophages les engloutissent alors, essayant de les dégrader ou de les transporter jusqu'aux cils qui les feront sortir du système respiratoire. Mais les particules de silice sont très dures et ne peuvent être dégradées, ce qui entraîne la rupture des macrophages qui libèrent des enzymes et les particules de silice non affectées. L'élimination des particules de silice des poumons est donc un processus lent et certaines particules peuvent ne pas être éliminées du tout.

Effets d'une exposition brève chez l'humain
L'exposition à la poussière de silice cristalline pendant une courte période peut irriter le nez et la gorge.

Effets d'une exposition prolongée
La surexposition prolongée ou répétée à la poussière de silice cristalline peut causer la formation de tissus cicatriciels grave dans les poumons, une maladie appelée silicose[2-5].

On pense que la forme cristalline des particules de silice déposées ainsi que les enzymes libérées par les macrophages endommagés entraîne l'irritation des tissus pulmonaires environnants. L'irritation constante entraîne la formation de petites cicatrices rondes qui constituent une tentative de réparation du dommage. Ces cicatrices dures et non élastiques ressemblent à celles qui résultent d'interventions chirurgicales; elles raidissent les poumons, nécessitant ainsi plus d'effort pour les remplir d'air. Les cicatrices épaississent également les parois des sacs alvéolaires, empêchant le transfert de

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

l'oxygène dans le sang. L'essoufflement empire à mesure que le tissu cicatriciel s'étend davantage. Des réactions supplémentaires avec les particules de silice peuvent causer la fusion des cicatrices en des cicatrices plus grandes, dont certaines peuvent finir par s'étendre sur un poumon entier. Finalement le coeur doit faire circuler le sang dans des poumons raides et non élastiques; c'est alors qu'il s'affaiblit, s'élargit et cesse de pomper le sang efficacement.

Il est difficile d'identifier la silicose lors des premières étapes de la maladie, car les symptômes de la toux et de l'essoufflement peuvent résulter de bien d'autres substances que la silice. Par conséquent, la silicose peut rester non diagnostiquée pendant plusieurs années. Les radiographies pulmonaires constituent le seul moyen fiable de détecter la silicose car le tissu cicatriciel s'y manifeste sous forme de plaques rondes à mesure que la maladie progresse. On peut mesurer d'autres symptômes, comme l'altération graduelle du fonctionnement normal des poumons, au moyen d'épreuves fonctionnelles pulmonaires, mais l'usage du tabac ou l'exposition à d'autres polluants peuvent influer sur les résultats de ces épreuves.

Le risque de contracter la silicose dépend de la concentration de poussière de silice dans l'air et de la durée de l'exposition. Certaines études de travailleurs exposés à la silice indiquent que l'exposition à des concentrations supérieures à 0,1 mg/m^3 pendant plusieurs années peut entraîner la silicose. La silicose se développe habituellement sur une période d'exposition de 10 ans ou plus; dans 50 % des cas environ, la maladie continue à s'aggraver même après l'interruption de l'exposition. Il n'existe pas de traitement pour guérir la silicose.

L'inhalation de la poussière de silice cristalline pendant plusieurs années peut donner lieu à la *silicose simple*. Il s'agit de la forme la plus courante et la moins dangereuse de cette maladie. La poussière et les tissus cicatriciels accumulés forment des petites masses qui se répartissent partout dans les poumons. A cette première étape de la maladie ces masses cellulaires ont peu d'effet sur le fonctionnement normal des poumons.

La silicose simple peut s'aggraver et, dans ce cas, est appelée *silicose complexe*. Les personnes atteintes de cette maladie souffrent d'essoufflement, de faiblesse et, surtout chez les fumeurs, de la toux accompagnée de quantités accrues de crachat. De grandes surfaces de tissu cicatriciel se répandent dans la partie supérieure des poumons, limitant leur fonctionnement. Cela entraîne souvent une insuffisance cardiaque étant donné l'effort accru nécessaire pour pomper le sang à travers les poumons.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

La *silicose accélérée* est une forme de silicose qui progresse plus rapidement et qui peut résulter de l'exposition à de hautes concentrations de silice pendant plusieurs années dans certaines occupations comme le sablage, l'exploitation minière de l'uranium et la production de la farine de silice. Les symptômes sont semblables à ceux de la silicose complexe sauf que le développement de tissus cicatriciels dans les poumons est beaucoup plus rapide. La mort peut résulter par suite d'une insuffisance respiratoire 10 années seulement après la première exposition.

La *silicose aiguë* est une autre forme de silicose pouvant se développer après l'exposition à de hautes concentrations de silice cristalline pendant des périodes relativement courtes. La période d'exposition peut varier entre quelques semaines et quatre à cinq années. La silicose aiguë peut entraîner la mort ou l'incapacité grave en quelques années. Par le passé on a signalé des cas de silicose aiguë parmi les sableurs, les travailleurs de la céramique et de la farine de silice. Actuellement, les cas de cette maladie se font de plus en plus rares étant donné la connaissance accrue des risques de la silice cristalline, l'amélioration des méthodes de limitation de l'exposition et l'utilisation accrue de substituts.

Tuberculose

Par le passé les personnes atteintes de silicose étaient très susceptibles d'attraper la tuberculose. On croit que les lésions causées par les particules de silice dans le poumon favorisait le développement de la tuberculose. Cette condition combinée était appelée la silico-tuberculose. Elle est bien moins courante de nos jours puisque le nombre de cas de tuberculose dans l'ensemble de la population a considérablement diminué[2,3,4].

Cancer du poumon

La question du rôle de la silice cristalline dans le développement du cancer est controversée depuis quelques années. Après un réexamen récent[6] de toutes les études disponibles sur les animaux et les humains, on a conclu que «dans leur ensemble, elles indiquent que l'exposition aux "poussières" est reliée à l'augmentation du nombre de décès dus aux cancers gastriques chez l'homme; d'autre part, l'exposition aux poussières pourrait aussi faire augmenter le nombre de décès dus au cancer des poumons, mais on ne peut déterminer avec certitude les effets des facteurs confondants comme la cigarette. Le rôle précis de la silice demeure ambigu.» La silicose est une maladie assez grave pour justifier qu'on limite l'exposition à des concentrations inférieures à 0,1 mg/m^3, que l'action cancérogène

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

directe ou indirecte de la silice cristalline soit prouvée ou non.

Effets sur les yeux
L'exposition répétée ou prolongée à la silice cristalline peut irriter les yeux.

Données sur la toxicité chez les animaux
La tridymite et la cristobalite se sont révélées plus toxiques que le quartz dans des expériences sur des rats, des lapins et des cobayes[7]. L'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) a donc recommandé des limites d'exposition moins élevées pour la tridymite et la cristobalite[7,8]. Il est à noter que les échantillons de silice cristalline étaient habituellement injectées ou implantées dans les poumons au cours de ces expériences. On ne connaît pas la signification de ces résultats pour les humains qui respirent de la silice cristalline.

IV. RISQUES D'INCENDIE ET D'EXPLOSION

Réactivité chimique
Quoique la silice cristalline soit normalement inerte, elle peut réagir avec des produits chimiques oxydants extrêmement forts pour provoquer un incendie. Ces produits chimiques comprennent le fluor, le trifluorure de chlore, le trioxyde de magnésium et le difluorure d'oxygène.

V. LIMITATION DE L'EXPOSITION

La meilleure façon de prévenir l'exposition à la silice cristalline consiste à élaborer des méthodes de travail et des mesures d'ingénierie efficaces. Les principales mesures de limitation sont :

Substitution	Ventilation de la zone
Isolation	Méthodes de travail
Confinement	Hygiène personnelle
Evacuation locale des émanations	Equipement de protection individuelle

On peut appliquer une ou plusieurs de ces mesures à la fois dans une situation donnée. Il est habituellement nécessaire d'étudier le milieu de travail et d'envisager les exigences techniques des méthodes de travail avant de procéder à des changements importants.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

Quoique la substitution et des mesures d'ingénierie comme la ventilation constituent la méthode privilégiée pour limiter l'exposition aux polluants en milieu de travail, l'utilisation d'équipement individuel peut augmenter la protection des travailleurs exposés. Dans certaines situations où de telles mesures ne peuvent être appliquées, comme le travail en espace clos et certaines opérations d'entretien, la seule solution est l'utilisation d'appareils respiratoires pour la protection des travailleurs.

Protection des voies respiratoires
Les points à considérer avant de décider d'une méthode de protection des voies respiratoires comprennent :

Choix de l'appareil respiratoire approprié
Ajustement de l'appareil au visage
Entretien de l'appareil
Formation du personnel

Ces facteurs sont décrits de façon plus détaillée dans la norme Z94.4 de l'ACNOR, «Choix, entretien et utilisation des appareils respiratoires». Pour obtenir ce document, s'adresser à l'Association canadienne de normalisation[9].

Le degré de protection nécessaire dépend de la concentration de poussière de silice cristalline et de la durée de l'exposition. Le NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health)[10], des Etats-Unis, recommande les mesures de protection suivantes :

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE EGALE OU INFERIEURE A 0,25 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire anti-poussières conçu pour protéger contre l'exposition à la silice.

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE INFERIEURE OU EGALE A 0,5 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire anti-poussières, sauf les appareils respiratoires à usage unique ou les quarts de masque;
Tout appareil respiratoire à adduction d'air;
Tout appareil respiratoire autonome.

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE INFERIEURE OU EGALE A 1,25 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire mécanique à purification d'air muni d'un filtre anti-poussières;
Tout appareil respiratoire à adduction d'air fonctionnant en mode continu.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE EGALE OU INFERIEURE A 2,5 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire à purification d'air muni d'un écran facial et d'un filtre pour particules à haute efficacité;
Tout appareil respiratoire autonome muni d'un écran facial;
Tout appareil respiratoire mécanique à purification d'air muni d'un écran facial ajusté et d'un filtre pour particules à haute efficacité;
Tout appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un écran facial;
Tout appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un écran facial ajusté fonctionnant en mode continu.

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE EGALE OU INFERIEURE A 50 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un masque bucco-facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive.

CONCENTRATION DE SILICE CRISTALLINE EGALE OU INFERIEURE A 100 mg/m^3 :
Tout appareil respiratoire à adduction d'air muni d'un écran facial et fonctionnant à demande de pression ou selon d'autres modes de pression positive.

Les régions administratives ayant établi des règlements précis concernant la silice cristalline peuvent également avoir des exigences particulières en matière de protection des voies respiratoires. Ces exigences sont fonction de la concentration de silice et couvrent une gamme d'appareils, allant des appareils respiratoires jetables à usage unique aux appareils respiratoires à adduction d'air. Comme les exigences peuvent varier d'une région à l'autre, obtenir des renseignements particuliers de l'organisme gouvernemental approprié dans chaque région.

Note : Ces recommandations ne s'appliquent qu'au matériel approuvé par le NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) ou la MSHA (Mining Safety and Health Administration).

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

VI. MANUTENTION ET ENTREPOSAGE DE PETITES QUANTITÉS

Dans la mesure du possible, entreposer la silice cristalline dans des contenants hermétiquement fermés ou dans des endroits confinés. Protéger les contenants de dommages. Eviter au maximum de dégager des poussières dans l'air, par exemple en appliquant des procédés par voie humide ou des systèmes de manipulation fermés. Utiliser le strict minimum de ce produit dans des endroits désignés pourvus d'une ventilation adéquate. Utiliser des contenants étiquetés appropriés, les garder fermés lorsqu'ils ne servent pas et les protéger de dommages.

Nettoyage et élimination
Limiter l'accès à la zone de déversement jusqu'à ce que le nettoyage soit terminé. S'assurer que le nettoyage n'est effectué que par du personnel qualifié portant des appareils de protection des voies respiratoires. Ne jamais balayer la silice cristalline sèche; si possible, l'humecter au moyen de vaporisation d'eau afin de réduire la formation de poussière. Dans le cas de déversement de petites quantités on peut utiliser un aspirateur muni d'un filtre pour particules à haute efficacité. Revoir les exigences des gouvernements fédéral, provincial et local avant d'éliminer le produit. Il peut être acceptable de l'éliminer dans une décharge sûre.

VII. PREMIERS SOINS

Mesures générales de premiers soins recommandées en cas d'intoxication aux silices cristallines :

Yeux
En cas d'irritation oculaire, laver immédiatement l'oeil contaminé au moyen d'un courant modéré d'eau tiède pendant au moins 10 minutes, tout en écartant la paupière. Si l'irritation persiste, obtenir des soins médicaux.

VIII. LIMITES D'EXPOSITION

De nombreuses réglementations canadiennes recommandent des limites d'exposition proches des seuils admissibles d'exposition (SAE) établis annuellement par l'American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Dans le cas des silices cristallines, les SAE en vigueur sont[7,8] :

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

quartz : 0,1 mg/m^3 de poussière respirable

cristobalite : 0,05 mg/m^3 de poussière respirable

tridymite : 0,05 mg/m^3 de poussière respirable

tripoli : 0,1 mg/m^3 de poussière de quartz respirable présente

Selon l'ACGIH, il s'agit de «la concentration moyenne pondérée sur le temps pour une journée normale de travail de 8 heures et une semaine de travail de 40 heures, à laquelle presque tous les travailleurs peuvent être exposés de façon répétée, jour après jour, sans effets néfastes.»

Selon la préface de la brochure de l'ACGIH[8] :

«Le seuil admissible d'exposition correspond aux concentrations de substances dans l'air et représente des conditions auxquelles on estime que presque tous les travailleurs peuvent être exposés jour après jour, sans être affectés. Cependant, comme la sensibilité varie fortement d'une personne à l'autre, un faible pourcentage des travailleurs peuvent ressentir des malaises après une exposition à des concentrations égales ou inférieures au seuil admissible pour certaines substances; une proportion encore plus faible d'individus déjà sensibilisés peuvent être affectés plus sérieusement par l'aggravation d'un trouble déjà existant ou par l'apparition d'une maladie professionnelle.»

«Les seuils admissibles d'exposition sont basés sur les meilleurs renseignements provenant de l'expérience industrielle, d'études expérimentales chez l'humain et d'études chez les animaux et, lorsque c'est possible, de l'ensemble des trois.»

«Le SAE-MPT doit servir de guide pour limiter les dangers pour la santé. Il ne constitue pas une limite entre les concentrations ne présentant pas de dangers et les concentrations dangereuses.» (Reproduit et traduit avec la permission de l'ACGIH)

Certaines réglementations canadiennes ont adopté tel quel l'ensemble complet des seuils admissibles d'exposition (SAE) recommandés par l'ACGIH pour les substances chimiques. Dans

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

certaines autres, ces valeurs ne sont utilisées que comme guides de référence dans la limitation des substances contaminantes de l'air. D'autres encore spécifient les limites d'exposition pour les produits chimiques, y compris les silices cristallines. Comme ces limites sont établies, interprétées et appliquées de façons différentes par les diverses administrations ayant juridiction sur ces questions, il est recommandé de consulter les organismes gouvernementaux compétents dans chaque région.

Limites d'exposition dans d'autres pays
Les méthodes ou procédures appliquées pour établir et mettre en vigueur les limites d'exposition varient considérablement d'un pays à l'autre. On peut se procurer les renseignements concernant les limitations en vigueur dans divers pays en s'adressant au CCHST.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

IX. PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES

Formule chimique	SiO_2
Structure chimique	cristal tétraédrique

Propriétés physiques

Point d'ébullition	2 230 °C
Densité	quartz : 2,65 tridymite : de 2,28 à 2,3 cristobalite : de 2,27 à 2,34
Solubilité	Le quartz et la cristobalite sont insolubles dans l'eau, dans les solvants organiques et dans la plupart des acides minéraux, mais ils se dissolvent dans l'acide fluorhydrique. La tridymite est soluble dans le carbonate de sodium en ébullition.

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

X. RÉFÉRENCES

(1) Silica and silicates. In: Parmeggiani, L., ed. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3rd rev. ed. Vol. 2 : L-Z. Geneva : International Labour Office, 1983. p. 2033-2035

(2) Hamilton, A.; Hardy, H.L.; Finkel, A.J. (reviser). Silica (silicon dioxide). In: Hamilton and Hardy's industrial toxicology. 4th ed. Boston : John Wright · PSG, 1983. p. 343-349

(3) Silicosis. In: Parmeggiani, L., ed. Encyclopaedia of occupational health and safety. 3rd rev. ed. Vol. 2 : L-Z. Geneva : International Labour Office, 1983. p. 2037-2043

(4) Morgan, W.C.; Seaton, A., eds. Silicosis. In: Occupational lung diseases. 2nd ed. Toronto : W.B. Saunders, 1984. p. 250-294

(5) Crystalline silica. In: Clayton, G.D.; Clayton, F.E., eds. Patty's industrial hygiene and toxicology. 3rd rev. ed. Vol. 2B : toxicology. New York; Toronto : John Wiley and Sons, 1981. p. 3015-3021

(6) Carcinogenicity of crystalline silica (toxicity review). London : Health and Safety Executive, 1986

(7) Documentation of the threshold limit values. 5th ed. Cincinnati : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986

(8) TLVs®. Threshold limit values and biological exposure indices for 1986-1987. Cincinnati : American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1986

(9) Choix, entretien et utilisation des appareils respiratoires (Z94.4-M1982). Rexdale, Ont. : Association canadienne de normalisation, 1982

(10) NIOSH pocket guide to chemical hazards. Cincinnati : National Institute for Occupational Safety and Health, September 1985

CCOHS/CCHST
250 Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6

16 / Silices cristallines

Note : Références supplémentaires sur le sujet envoyées sur demande. S'adresser au CCHST.

Chaque document produit par le Centre est soumis à une série de révisions. Dans le cadre de ce processus de révision, on demande à des représentants des gouvernements, des employeurs et des travailleurs d'examiner les versions préliminaires des documents du CCHST et de juger de leur utilité et de leur exactitude sur le plan technique.

Le Centre s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu qu'il ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et il ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

CCOHS/CCHST
[illegible] Main Street E./250 rue Main est.
Hamilton, Ontario, Canada L8N 1H6